

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ABHÄNGIGKEIT  
ZWISCHEN VORDERHORNZELLGRÖSSEN UND KÖRPERDIMENSIONEN  
AM MENSCHEN

von

OTHMAR KUBIN

1967







Aus dem Anatomischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
Direktor: Prof. Dr. Dr. A. Dabelow

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ABHÄNGIGKEIT  
ZWISCHEN VORDERHORNZELLGRÖSSEN UND KÖRPERDIMENSIONEN  
AM MENSCHEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

OTHMAR KUBIN

aus Zlin/Mähren

MAINZ 1968

Dekan: Prof. Dr. Diethelm  
Referent: Prof. Dr. Müller  
Korreferent: Prof. Dr. Watzka  
Tag der mündlichen Prüfung: 2. Dezember 1967



Gesamtherstellung: Ditters Bürodienst Mainz

Die Größe der motorischen Vorderhornzellen unterliegt sowohl innerhalb eines Segmentes des Rückenmarks als auch beim Vergleich verschiedener Segmente erheblichen Schwankungen. Diese Tatsache und die Frage, wodurch solche Schwankungen hervorgerufen werden, ist vielfach diskutiert worden und hat eine Reihe unterschiedlicher Erklärungen gefunden. Pierret wies 1878 erstmals auf eine Proportionalität zwischen Vorderhornzellgröße und Neuritenlänge hin. Einige der späteren Untersucher fanden die Befunde von Pierret bei eigenen Untersuchungen an verschiedenen großen Vertebraten bestätigt (Levi, 1913), andere schlossen sich den Überlegungen Cajal's, 1899, an, der eine Abhängigkeit zwischen der Zellgröße und der Zahl der Kollateralen und Endverzweigungen des Axons sah. Vielfach wurde auch die unterschiedliche funktionelle Beanspruchung einzelner Innervationsgebiete als Erklärung für die wechselnden Zellgrößen herangezogen. Neuere Untersuchungen neigen wieder mehr der Pierret'schen Regel zu (Amir hosseini 1963, Reck 1966, Bona 1967), wonach die Größe der Nervenzellen in erster Linie von der Länge der Neuriten bestimmt wird.

Die vorliegende Untersuchung soll einen weiteren Beitrag zu diesem Problem darstellen. Sie soll prüfen, inwieweit eine Beziehung besteht zwischen der Größe der Vorderhornzellen in einzelnen Rückenmarksabschnitten und den Körperdimensionen.

Letztere bestimmen ja den Abstand des Innervationsgebietes vom Zentrum und damit die Länge der Nervenfasern. Läßt sich eine direkte Beziehung zwischen Zellgröße und Körperdimension finden, so ist dies ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Pierret'schen Regel, d.h. für die Abhängigkeit der Nervenzellgröße von der Neuritenlänge.

Zur Klärung dieser Frage wurde das Rückenmark eines fünfunddreißigjährigen Mannes untersucht. Es wurden nach der Präparation acht gleich große Abschnitte aus verschiedenen Gebieten des Rückenmarks herausgeschnitten, und zwar ein Abschnitt I aus dem oberen Cervikalmark, zwei Abschnitte II und III aus der eben noch erkennbaren *intumescentia cervicalis*, drei Abschnitte IV, V und VI in etwa gleichen Abständen aus dem oberen, mittleren und unteren Thorakalmark, zwei weitere Abschnitte VII und VIII aus der als deutliche Anschwellung erkennbaren *intumescentia lumbalis* (Abb. 1). Die Abschnitte wurden in Paraffin eingebettet, in Form einer Stufenserie geschnitten und mit Hämatoxylin - Eosin gefärbt. Die Schnittdicke betrug  $10\mu$ , jeder zehnte Schnitt kam zur Auswertung, so daß ein Abstand von  $90\mu$  zwischen den einzelnen Schnitten gewahrt blieb. Bei einer durchschnittlichen Vorder-

hornzellgröße von 50 bis 80  $\mu$  vermeidet man dadurch, daß einzelne Zellen mehrmals zur Auswertung kommen. Die Schnitte wurden mit einem Mikroprojektor unter Konstanthaltung des Projektionsabstandes und der Vergrößerung auf eine Bildwand projiziert.

Hier erfolgte die Auswahl der auszuwertenden Zellen nach folgenden Kriterien:

1. Um vergleichende Schnittflächen zu erhalten, müssen alle auszuwertenden Zellen an der gleichen Stelle ihres Zelleibs angeschnitten sein.
2. Die Schnittflächen müssen möglichst in der Nähe des größten Durchmessers liegen, um Rückschlüsse auf die tatsächliche Zellgröße zu ermöglichen.

Beide Voraussetzungen werden jeweils dort erfüllt, wo die Schnittebene durch den Zellkern geht. Zellen, deren Kern nicht oder nur tangential angeschnitten sind, werden nicht ausgewertet, ebenso Zellen, die durch die Präparation erhebliche Deformationen erlitten haben. Bei Zellen mit rundlichem Zelleib und mittelständigem Kern fällt ein Schnitt durch die Mitte des Zellkerns entweder mit dem größten Durchmesser zusammen, oder er weicht nur wenig davon ab. Man erhält also eine Auswahl von Zellflächen, die mit weitgehender Annäherung den größtmöglichen Schnittflächen durch die jeweiligen Zellen entsprechen. Diese größten Schnittflächen sind dem tatsächlichen Zellvolumen annähernd proportional. Zieht man in Betracht, daß die Größenunterschiede beim Vergleich der Vorderhornzellen untereinander zum Teil den Faktor 10 übersteigen, so kann man bei der Auswertung der nach den gegebenen Kriterien ausgewählten Zellanschnitte die oben angeführten Einschränkungen außer acht lassen und bei Betrachtung der Schnittflächen verallgemeinernd von "Zellgrößen" sprechen.

Die auszuwertenden, kernhaltigen Schnittflächen wurden abgezeichnet und ihre Fläche planimetrisch bestimmt. Hierbei war es nicht mehr notwendig, die gefundenen Planimeterwerte in absolute Flächenmaße umzurechnen, vielmehr wurden die Planimeterwerte als Verhältniszahlen bzw. als Maßeinheiten für die "Zellgröße" betrachtet. Die Auswertung ergab eine Gesamtzahl von 4039 Zellen, die sich wie folgt auf die einzelnen Abschnitte verteilen:

|       |      |   |            |
|-------|------|---|------------|
| Block | I    | - | 587 Zellen |
| Block | II   | - | 512 Zellen |
| Block | III  | - | 345 Zellen |
| Block | IV   | - | 373 Zellen |
| Block | V    | - | 137 Zellen |
| Block | VI   | - | 186 Zellen |
| Block | VII  | - | 969 Zellen |
| Block | VIII | - | 992 Zellen |

Die stark wechselnden Zellzahlen in den einzelnen Blöcken lassen sich aus den anatomischen Gegebenheiten erklären. Die Zellzahl ist in erster Linie von der zu versorgenden Muskelmasse abhängig. Die Vorderhornzellen in Block I sind an der Bildung des Plexus cervicalis beteiligt, während aus den Abschnitten II und III der größte Teil des Plexus brachialis hervorgeht. Von diesen beiden Plexus wird die Muskulatur des Schultergürtels und der oberen Extremität versorgt. Auch Abschnitt IV dürfte entsprechend seiner Lage im oberen Thorakalmark noch zur Bildung des Plexus brachialis beitragen. Die aus dem mittleren Thorakalmark (Block V) hervorgehenden Nerven sind dagegen Interkostalnerven oder Rami dorsales mit entsprechend geringerer Muskelmasse, während die unteren Thorakalsegmente (Block VI) auch die platten Bauchmuskeln mitversorgen. Außerordentlich groß ist der Unterschied zur Zellzahl in den nun folgenden Abschnitten VII und VIII, die aus dem Lumbal- und Sakralmark stammen. Die von hier ausgehenden Nervenfasern innervieren die große Muskelmasse der unteren Extremität.

Ordnet man die gesamte Zellpopulation der einzelnen Blöcke nach Größenklassen, so ergibt sich die Verteilung in Tabelle I. Diese Ergebnisse sind in Abb. II, III und IV noch einmal graphisch dargestellt. Zunächst zeigt sich, daß Vertreter bestimmter Größenklassen nur in einem Teil der Abschnitte vorkommen. So findet man die besonders kleinen Zellen (von 0 bis unter 30) nur in den ersten drei Blöcken in einem nennenswerten Anteil von 2,6 bis 3,2%. In den folgenden Abschnitten IV, V und VI beträgt ihr Anteil weniger als 1%, in den Blöcken VII und VIII treten sie überhaupt nicht mehr auf. Erklärbar werden diese Befunde durch die Tatsache, daß von den Cervikalsegmenten ausgehend die Halsmuskulatur innerviert wird, die ja vorwiegend aus kurzen und der Wirbelsäule nahegelegenen Muskeln besteht, so daß die Neuritenlänge in diesem Bereich zum Teil extrem kurz ist. Im Thorakalbereich sind dagegen nur die Fasern der Rami dorsales der Nervi intercostales recht kurz, während der überwiegende Teil der Fasern mit den Rami ventrales zur vorderen und seitlichen Rumpfwand verläuft. Die Nervenfasern des Plexus lumbalis und sacralis verlaufen über eine größere Strecke ohne Endverzweigung. Ihre dem Ursprungsgebiet nächstgelegenen Innervationsgebiete sind die vom Nervus iliohypogastricus und vom Nervus ilioinguinalis mitversorgten kaudalen Abschnitte der platten Bauchmuskeln. So wird es ohne weiteres verständlich, daß in den Blöcken VII und VIII keine Vertreter der kleinsten Größenklassen anzutreffen sind. Betrachtet man in den Abb. II, III und IV die Gipfel der einzelnen Verteilerdiagramme, so zeigen sich auch hier charakteristische Unterschiede. In den Abschnitten I - IV liegen die Gipfel, mit anderen Worten die am häufigsten vorkommenden Zellen, in der Größenklasse von 60 bis unter 90, während

sie in den Abschnitten V und VI eine Klasse tiefer (von 30 bis unter 60) liegen. Andererseits liegt der Gipfel in VII und VIII in der Größenklasse von 180 bis unter 210, somit in einem Bereich, der um das Dreifache höher ist als in den Abschnitten V und VI. Auch hier zeigt sich die Parallele zu den anatomischen Gegebenheiten, wenn man davon ausgeht, daß die durchschnittliche Nervenlänge an der oberen Extremität etwa der Entfernung von der Halswirbelsäule bis zur Mitte des Oberarmes entsprechen dürfte, während sie im Thorakalbereich etwa zwei Dritteln der Interkostalnervenlänge gleichzusetzen wäre. Im Bereich der unteren Extremität müßte man dagegen als mittlere Nervenlänge einen wesentlich größeren Wert, nämlich die Entfernung vom 1. Lendenwirbel bis zur Mitte des Oberschenkels, ansetzen.

Auch das Gesamtbild der Verteilerkurven sowie deren obere Grenzen zeigen deutliche Abweichungen voneinander. Während die Verteilung in den Blöcken I bis IV recht breitbasig erfolgt - sie reicht bis in Größenklassen über 200, z. T. bis unter 300 - läßt Abschnitt V mit seiner schmalbasigen Verteilung bis zur Größenklasse von 120 bis unter 150 eine gewisse Uniformität der Zellgrößen erkennen. Auch dieser Befund entspricht der Erwartung, da vom mittleren Thorakalmark die Interkostalnerven ausgehen, die alle eine mehr oder weniger gleiche Länge erreichen. Bei Block VI erfolgt die Verteilung wieder etwas breiter. Die größte Zellklasse liegt knapp unter 200. Die Abschnitte VII und VIII zeigen im Vergleich dazu eine extrem breitbasige Verteilung. Sie erstreckt sich über 10 bzw. 12 Größenklassen und reicht bis zu Zellgrößen um 380. Im Lumbal- und Sakralmark wurden also Zellen gefunden, die an Größe alle übrigen Zellen in den anderen Rückenmarksabschnitten übertreffen. Ihr Anteil an der Gesamtzellzahl betrug in Block VII über 8% und in Block VIII mehr als 5%, was der Vermutung widerspricht, es könne sich um zufällige Abweichungen von der Norm handeln.

Lassen die bisherigen Befunde und Überlegungen bereits einen gewissen Zusammenhang zwischen Körperdimensionen und Nervenzellgrößen erkennen, so scheint es erstrebenswert, einen direkten Vergleich zwischen einzelnen Zellgrößen und bestimmten, meßbaren Neuritenlängen anzustellen. Die Neuritenlänge ergibt sich mit großer Näherung aus der Entfernung des jeweiligen Innervationsgebietes vom Ursprungsgebiet im Rückenmark. Die Zuordnung einzelner Neuriten zu ganz bestimmten Zellen innerhalb eines Gewebsschnittes ist indessen nicht möglich. Dieses Problem läßt sich jedoch mit Hilfe der Pierret'schen Regel lösen. Setzt man nämlich voraus, daß die Zellgröße der Neuritenlänge proportional ist, dann müssen die jeweils größten Zellen ihre Neuriten auch am weitesten in die Peripherie entsenden. Man kann daher den größtmöglichen

Abstand des Innervationsgebietes vom Zentrum den größten gefundenen Zellgrößen in einem bestimmten Rückenmarksabschnitt zuordnen und kann erwarten, daß Zellgröße und Entfernung zur Peripherie beim Vergleich verschiedener Abschnitte untereinander sich in ähnlicher Weise verändern.

Die Abstände vom Zentrum zur Peripherie, die hier stellvertretend für die maximalen Neuritenlängen betrachtet werden sollen, ergeben sich durch Messung der Körperdimensionen. Diese wurden bei einem Manne von durchschnittlicher Körpergröße ermittelt. Es ergaben sich folgende Dimensionen:

1. Für die obere Extremität: Vom Dornfortsatz des 7. Halswirbels bis zur Handspitze - 90 cm.
2. Für den Thorakalbereich: Die halbe Länge des Brustumfanges, gemessen in Höhe des 8. Brustwirbels - 45 cm.
3. Für den unteren Thorakalbereich und Abdominalbereich: Vom Dornfortsatz des 12. Brustwirbels bis zur Symphyse - 55 cm.
4. Für die untere Extremität: Vom Dornfortsatz des 1. Lendenwirbels bis zur Fußspitze - 130 cm.

Die Dimension 1. entspricht der größtmöglichen Neuritenlänge im Bereich des Plexus brachialis und ist daher den größten Nervenzellen der Abschnitte I bis IV zuzuordnen. Die Dimension 2. entspricht der maximalen Länge der Interkostalnerven, die von Abschnitt V ausgehen. Die Dimension 3. trägt der Tatsache Rechnung, daß Neuriten aus dem Abschnitt VI den größten Teil der Bauchmuskulatur versorgen. Die Dimension 4. stellt die größtmögliche Neuritenlänge im Bereich des Plexus lumbalis und -sacralis dar und wird den Abschnitten VII und VIII zugeordnet.

Die Tabelle II/1. zeigt die gemessenen Körperdimensionen in Zuordnung zu den Rückenmarksabschnitten. Unter 2. sind die maximalen Zellgrößen in den einzelnen Rückenmarksabschnitten aufgeführt. Unter 3. findet man die durchschnittlichen Zellgrößen von 1%, 5% und 10% der größten Zellen des jeweiligen Abschnitts, unter 4. sind schließlich noch die Durchschnittsgrößen der gesamten Zellpopulation der einzelnen Blöcke angegeben.

Besteht eine Proportionalität zwischen den absolut größten Zellen und den Körperdimensionen, so ist zu erwarten, daß sich auch die Durchschnittsgrößen der Zellgruppen unter II/3. ähnlich verhalten. In Tabelle II sind die Körperdimensionen als absolute Längenmaße in cm und die Zellgrößen in Flächeneinheiten (Planimeterwert) angegeben. Ein direkter Vergleich dieser Größen untereinander ist nicht möglich. Es gilt, ein Bezugssystem zu finden, in das sich sowohl Körperdimensionen als auch Zellgrößen einordnen lassen. Ein sol-

ches System läßt sich schaffen, wenn man die jeweils größten Werte, sowohl bei den Körperdimensionen als auch in den einzelnen Zellkategorien unter II/2. -4. dem Wert 100 gleichsetzt und die übrigen, kleineren Werte in Prozent des größten Wertes ausdrückt. Dies geschieht in Tabelle III. Die in Tabelle II mit einem \* markierten Größen gelten hier gleich 100%, die übrigen Größen sind auf diese Maximalwerte bezogen.

Der nun folgende direkte Vergleich zwischen Körperdimensionen und Zellgrößen läßt folgendes erwarten:

Im Idealfall müßten Körperdimensionen und maximale Zellgrößen in den einzelnen Rückenmarksabschnitten jeweils den gleichen Wert haben. In einem Koordinatensystem, in dem die Zellgrößen auf der Ordinate und die zugehörigen Körperdimensionen auf der Abszisse abgetragen sind, müßte sich als Verbindungslinie der Schnittpunkte aller Größenpaare eine Gerade mit der Steigung 100% ( $45^\circ$ ) ergeben als Ausdruck der Funktion:  $x = y$  oder Zellgröße (%) = Körperdimension (%).

Dieser Idealfall wird, wie Abb. VI zeigt, nur beim Vergleich der maximalen Zellgrößen mit den zugehörigen Körperdimensionen in gewisser Annäherung erreicht. Die Durchschnittswerte von 1%, 5% und 10% der größten Zellen weichen hiervon in zunehmendem Maße ab (Abb. VII und VIII). Eine gedachte Linie durch die Schar der entstehenden Punkte würde hier einen entsprechend flacheren Anstieg bei gleicher Tendenz zeigen. Letzteres kann als Beweis dafür angesehen werden, daß auch die Ergebnisse in Abb. VI, bei der nur einige wenige Zellen ausgewertet wurden, nicht Ausdruck einer dem Zufall unterworfenen Streuung sind, die in einzelnen Rückenmarksabschnitten wahllos einige besonders große Zellen entstehen läßt. Vielmehr ist zu bedenken, daß nach der Pierret'schen Regel nur die größten Zellen ihre Neuriten bis in die äußerste Peripherie entsenden, so daß auch nur die maximalen Zellgrößen eine Übereinstimmung mit den gemessenen Körperdimensionen zeigen können. Die Durchschnittsgrößen einer zunehmend größeren Zellgruppe (1%, 5% und 10%) müssen dagegen beim Vergleich mit den unverändert maximalen Körperdimensionen einen mehr oder minder ausgeprägten Abfall zeigen. Besonders deutlich wird diese Tendenz beim Vergleich der Gesamtdurchschnittsgrößen mit den gegebenen Körperdimensionen (Abb. VIII). Hier findet man untereinander ähnliche Werte in den Abschnitten I bis VI, die vor allem in I bis IV weit unter dem Niveau der linearen Proportionalität liegen. Eine solche wäre hier auch nur zu erwarten, wenn man statt der maximalen Körperdimensionen die durchschnittlichen Neuritenlängen zum Maßstab setzen würde. Die exakte durchschnittliche Neuritenlänge läßt sich zwar nicht durch Messungen bestimmen,

doch wurde schon bei der Diskussion der Verteilerdiagramme darauf hingewiesen, daß die durchschnittliche Entfernung vom Zentrum zum Innervationsgebiet im Bereich der oberen Extremität wie auch des Rumpfes relativ gering ist, während sie an der unteren Extremität dieses Maß erheblich übersteigt, vor allem aufgrund des Fehlens nahegelegener Innervationsgebiete für die motorischen Nervenfasern der Plexus lumbalis und sacralis.

Die folgenden Abbildungen IX, X und XI sollen noch einmal die Beziehungen zwischen Körperdimensionen und Zellgrößen veranschaulichen. Die schematischen Darstellungen zeigen als gestrichelte Figuren die Umrisse der Innervationsgebiete der motorischen Vorderhornzellen. Die Entfernungen von der senkrechten Achse zur Peripherie entsprechen den am Menschen gemessenen größtmöglichen Entfernungen zwischen Ursprungs- und Innervationsgebiet in einzelnen Körperabschnitten (Abb. IXa). In den folgenden Abbildungen sind jeweils maßstabgerecht dazu die maximalen Zellgrößen, die Durchschnittsgrößen von 1%, 5% und 10% der größten Zellen sowie die Gesamtdurchschnittsgrößen eingetragen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Untersuchung erbrachte folgende Ergebnisse: Die Größe der motorischen Vorderhornzellen beim Menschen ist erheblichen Schwankungen unterworfen. Die Verteilung bestimmter Zellgrößen auf verschiedene Bezirke des Rückenmarks läßt eine deutliche Gesetzmäßigkeit erkennen. Wie aus den Verteilerdiagrammen hervorgeht, sind besonders kleine Zellen nur in den Abschnitten des Rückenmarks anzutreffen, von denen aus nahe gelegene bzw. kurze Muskeln innerviert werden. Dies ist vor allem am Halse sowie im Bereich des Schultergürtels und zu einem etwas geringeren Anteil am Rumpf der Fall.

Die extrem kleinen Zellen fehlen in den Ursprungsgebieten des Plexus lumbalis und sacralis, offenbar deshalb, weil deren motorische Fasern von ihrem Ursprungsgebiet in Höhe des ersten Lendenwirbels über eine weite Strecke ohne Endverzweigung verlaufen und ihre proximalsten Innervationsgebiete im unteren Abdominalbereich beginnen. Andererseits finden sich große Nervenzellen ab einer bestimmten Größenklasse nur noch im Lumbal- und Sakralmark. Das Innervationsgebiet dieser Rückenmarksabschnitte erstreckt sich wesentlich weiter in die Peripherie als das des übrigen Rückenmarks.

Den einzelnen Rückenmarksabschnitten wurden einige ausgewählte Körperdimensionen zugeordnet, die der jeweils größten Entfernung eines Innervationsgebietes vom Zentrum im betreffenden Abschnitt entsprachen und die daher auch als Maßstab für die in diesem Abschnitt größte mögliche Neuritenlänge gelten konnten. Diese Körperdimensionen wurden in einem gemeinsamen Bezugssystem den größten Vorderhornzellen der jeweiligen Abschnitte gegenübergestellt. Der Vergleich zeigte eine nahezu lineare Proportionalität im Verhalten der maximalen Zellgrößen und Körperdimensionen. Die Gegenüberstellung der Körperdimensionen mit den Durchschnittsgrößen von 1%, 5% und 10% der größten Zellen aus den einzelnen Rückenmarksabschnitten ergab erwartungsgemäß wesentlich größere Abweichungen von einer linearen Proportionalität, ließ jedoch die gleiche Tendenz erkennen.

Die genannten Ergebnisse stellen einen weiteren Beweis für die These dar, wonach die Größe der Nervenzelle sich proportional zur Länge des Achsenzylinders verhält. Aufgrund der festgestellten Abweichungen der Beobachtungswerte von den Erwartungswerten kann man in diesem Zusammenhang jedoch nicht von einer direkten Proportionalität im mathematischen Sinne sprechen und die Zellgröße als lineare Funktion der Neuritenlänge auffassen. Ein solch starres System würde auch allen Erfahrungen widersprechen, nach denen die Morphologie in der belebten Natur stets von einer größeren Zahl verschiedenartiger Einflüsse geprägt wird. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, daß die Länge des Neuriten und funktionelle Faktoren gemeinsam die endgültige Größe der Nervenzelle bestimmen.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Amirhosseini, F.S.: Über die Abhängigkeit der Nervenzellgröße von der Körpergröße beim Hund.  
Anat. Anz. 112, S. 32-36 (1963)
- Bielschowsky, A.: Nervengewebe, in: v. Möllendorf, Handbuch der mikr. Anatomie des Menschen.  
IV, S. 1-142 (1925)
- Bona, C.: Untersuchungen über die Abhängigkeit zwischen Vorderhornzellgröße und Neuritenlänge am Menschen. Inaugural-Dissertation (1967) im Druck
- Brusa, A. u. S. Cafarello: Etudes chez l'homme du rapport entre le volume du pyrénophore et la longueur de la fibre nerveuse dans les cellules de type différent.  
Cpt. rend. Ass. Anat. 66, S. 233-246 (1951)
- Levi, E.: Wachstum und Körpergröße. Nervenzellen und Nervenfasern.  
Ergebn. Anat. 26, S. 87-342 (1952)
- Pierret, J.: Sur les relations qui existent entre le volume des cellules motrices et sensitives émanent ou les impressions qui s'y rendent.  
Cpt. rend. hebdom. 86, Paris, S. 1422-1425 (1878)
- Reck, W.: Untersuchungen über die Größenverteilung der Vorderhornzellen.  
Vortrag, gehalten auf der Sitzung der Anat. Gesellschaft in Basel (1966).



# TABELLE I

VERTEILUNG DER ZELLEN IN DEN ABSCHNITTEN I - VIII

NACH GROSSENKLASSEN

Die Angabe der Zellzahlen erfolgt in Prozent der Gesamtzellzahl der einzelnen Blöcke.

| Größenklassen             | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. von 0 bis unter 30     | 2,6  | 3,2  | 2,6  | 0,8  | 0,9  | 0,7  | -    | -    |
| 2. von 30 bis unter 60    | 19,8 | 35,7 | 32,1 | 20,1 | 35,0 | 37,4 | -    | 0,7  |
| 3. von 60 bis unter 90    | 30,0 | 36,8 | 43,6 | 41,1 | 30,7 | 33,3 | 5,2  | 3,8  |
| 4. von 90 bis unter 120   | 23,4 | 17,3 | 16,2 | 25,3 | 25,5 | 18,4 | 10,7 | 8,4  |
| 5. von 120 bis unter 150  | 13,4 | 5,6  | 4,6  | 10,4 | 7,9  | 6,7  | 14,6 | 11,6 |
| 6. von 150 bis unter 180  | 6,8  | 0,6  | 0,6  | 1,8  | -    | 2,0  | 14,5 | 19,9 |
| 7. von 180 bis unter 210  | 2,7  | 0,4  | -    | 0,5  | -    | 0,7  | 19,6 | 24,3 |
| 8. von 210 bis unter 240  | 0,9  | 0,2  | 0,3  | -    | -    | -    | 17,2 | 18,2 |
| 9. von 240 bis unter 270  | 0,2  | 0,2  | -    | -    | -    | -    | 9,8  | 7,6  |
| 10. von 270 bis unter 300 | 0,2  | -    | -    | -    | -    | -    | 5,7  | 4,1  |
| 11. von 300 bis unter 330 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 2,1  | 0,7  |
| 12. von 330 bis unter 360 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,6  | 0,4  |
| 13. von 360 bis unter 390 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,3  |
| Gesamtzellzahl            | 587  | 512  | 345  | 373  | 137  | 186  | 969  | 992  |

## TABELLE II

1.) Körperdimensionen in Zuordnung zu den entsprechenden Rückenmarksabschnitten

| BLOCK                   | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII    | VIII    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Körper -<br>dimensionen | 90 cm | 90 cm | 90 cm | 90 cm | 45 cm | 55 cm | 130 cm | 130 cm* |

2.) Maximale Zellgrößen in den einzelnen Rückenmarksabschnitten

| BLOCK                                           | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII |
|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Maximale Zell-<br>größen (Planimeter-<br>werte) | 270 | 241 | 236 | 206 | 137 | 186 | 353 | 380* |

3.) Durchschnittliche Zellgrößen von 1%, 5% und 10 % der  
größten Zellen in den einzelnen Rückenmarksabschnitten

| BLOCK                 | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII   | VIII |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|
| 1 % größte<br>Zellen  | 242 | 203 | 186 | 190 | 137 | 186 | 338   | 339* |
| 5 % größte<br>Zellen  | 201 | 152 | 139 | 156 | 130 | 159 | 306 * | 300  |
| 10 % größte<br>Zellen | 181 | 136 | 123 | 144 | 126 | 145 | 292*  | 278  |

4.) Durchschnittsgrößen der Gesamtzellzahl in den  
einzelnen Rückenmarksabschnitten

| BLOCK                          | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII |
|--------------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|
| Gesamtdurch-<br>schnittsgrößen | 95 | 71 | 70  | 89 | 71 | 76 | 184 | 189  |

\* ) Die mit \* bezeichneten Zahlen stellen den Jeweils größten Wert innerhalb einer Gruppe dar.

# TABELLE III

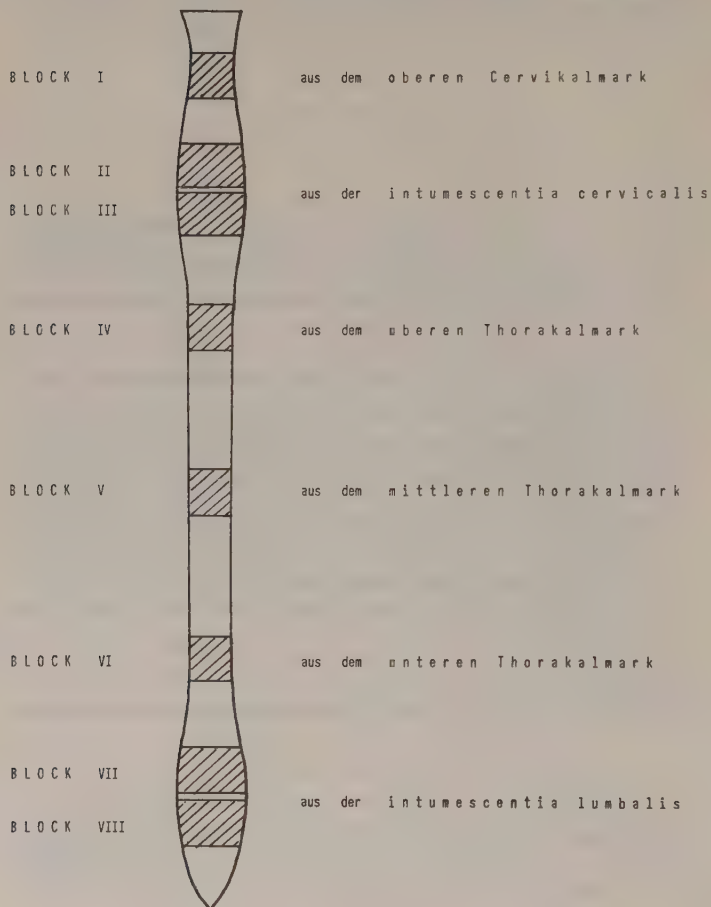
## UMRECHNUNG DER WERTE AUS TABELLE II IN PROZENTWERTE

Die in Tabelle II mit \* gekennzeichneten jeweils größten Werte entsprechen in der neuen 100 % ; die übrigen Größen sind auf diesen Wert bezogen .

| BLOCK                          | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII   | VIII  |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Körper -<br>dimensionen        | 69,3 | 69,3 | 69,3 | 69,3 | 30,8 | 42,6 | 100,0 | 100,0 |
| Maximale<br>Zellgrößen         | 71,0 | 63,4 | 62,1 | 54,2 | 36,1 | 48,9 | 92,8  | 100,0 |
| 1 % der grös-<br>ten Zellen    | 71,4 | 59,9 | 54,8 | 56,0 | 40,4 | 54,8 | 99,7  | 100,0 |
| 5 % der grös-<br>ten Zellen    | 65,7 | 49,7 | 45,5 | 51,0 | 42,5 | 52,0 | 100,0 | 98,0  |
| 10 % der grös-<br>ten Zellen   | 62,0 | 46,6 | 42,1 | 49,3 | 43,2 | 49,6 | 100,0 | 95,2  |
| Gesamtdurch-<br>schnittsgrößen | 50,3 | 37,6 | 37,0 | 47,1 | 37,6 | 40,2 | 97,4  | 100,0 |

SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES RÜCKENMARKS MIT

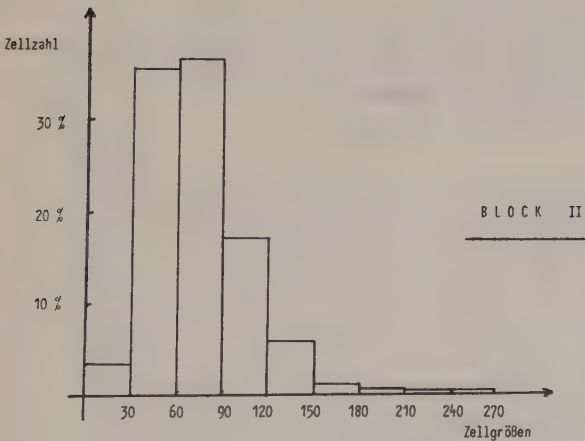
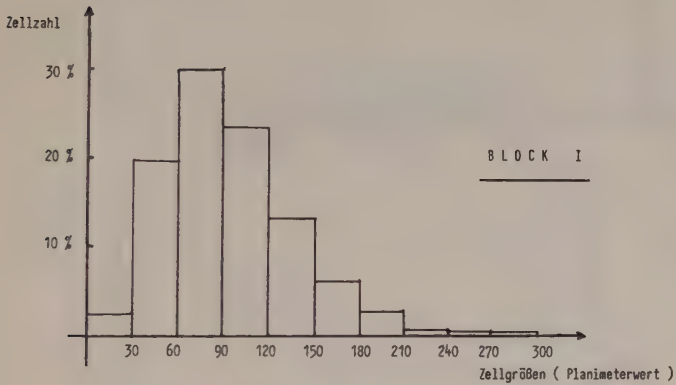
LAGEBEZEICHNUNG DER ABSCHNITTE I - VIII



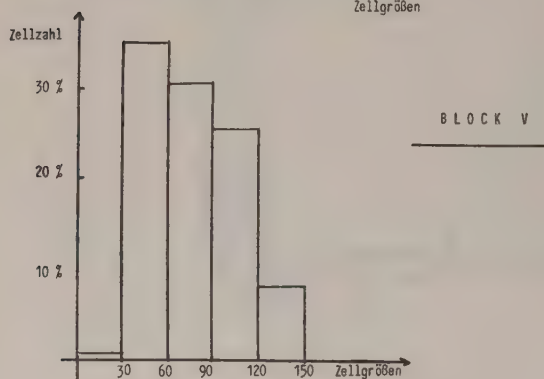
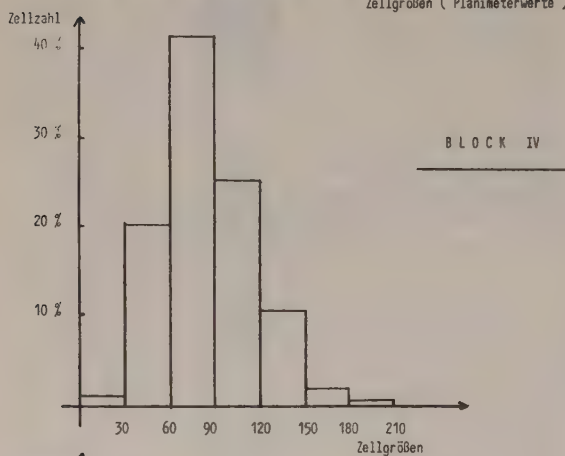
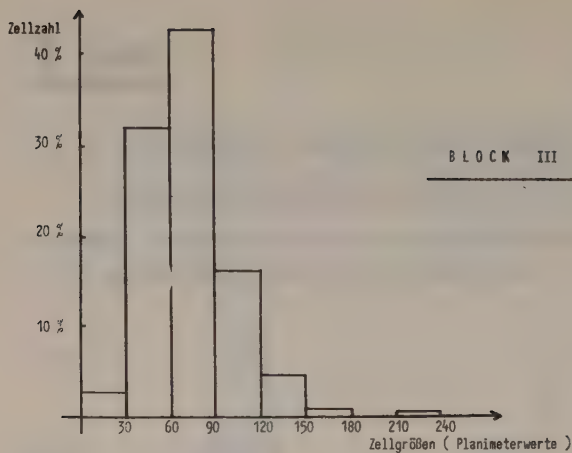
## Abb. II

### ZELLVERTEILUNG NACH GRÖßENKLASSEN IN DEN RÜCKENMARKSABSCHNITTEN I - VIII

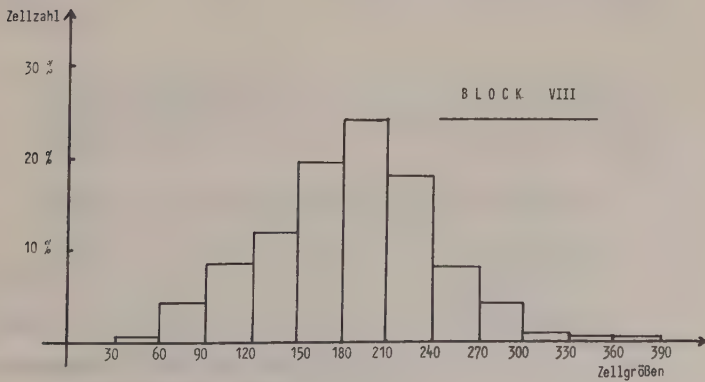
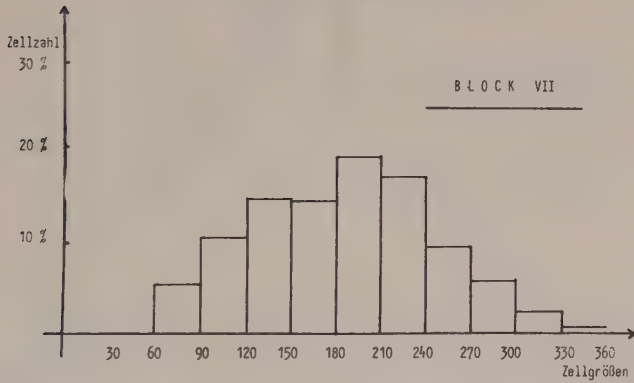
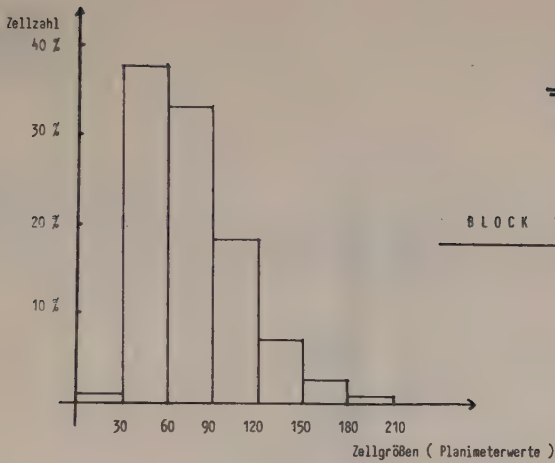
Die Säulenhöhe entspricht der jeweiligen Zellzahl innerhalb einer Größenklasse , ausgedrückt in Prozent der Gesamtzellzahl des betreffenden Rückenmarksabschnittes .

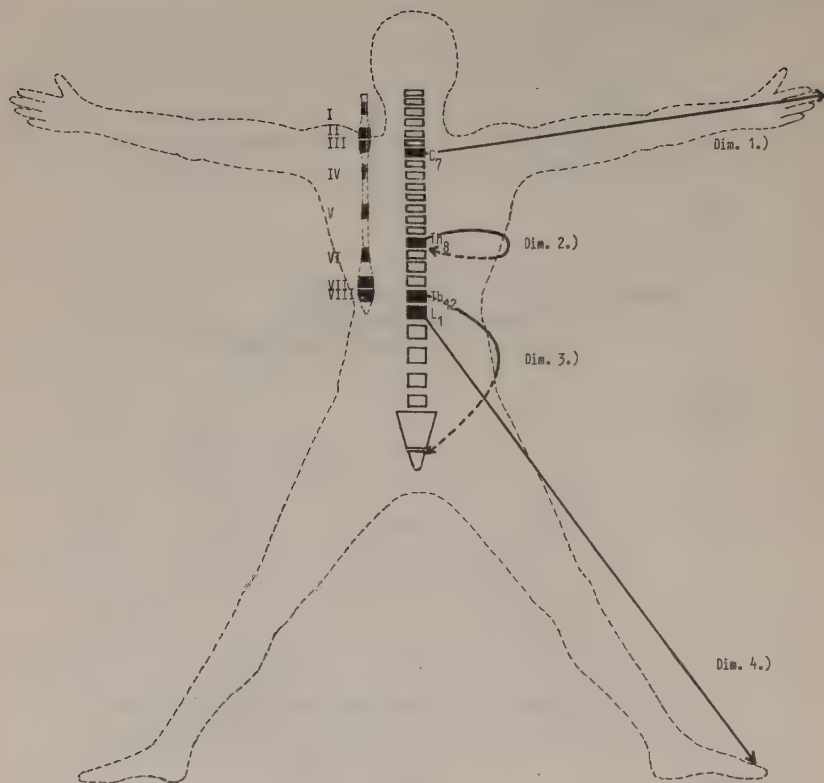


# Abb. III



# Abb. IV





SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES MENSCHLICHEN  
KÖRPERS MIT EINTRAGUNG DER KÖRPERDIMENSIONEN

DIMENSION 1.) vom Dornfortsatz des 7. Halswirbels bis zur Handspitze

DIMENSION 2.) halber Brustumfang, gemessen in Höhe des 8. Brustwirbels

DIMENSION 3.) vom Dornfortsatz des 12. Brustwirbels bis zum oberen Symphysenrand

DIMENSION 4.) vom Dornfortsatz des 1. Lendenwirbels bis zur Fußspitze

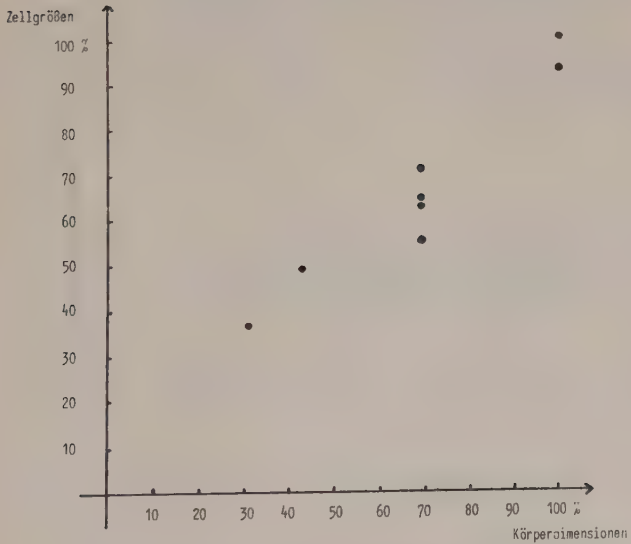
Seitlich: Maßstabgerechte schematische Darstellung des Rückenmarks mit Lagebezeichnung der zur Untersuchung gekommenen Rückenmarksabschnitte.

## Abb. VI

### VERHÄLTNIS VON ZELLGRÖSSEN ZU KÖRPERDIMENSIONEN

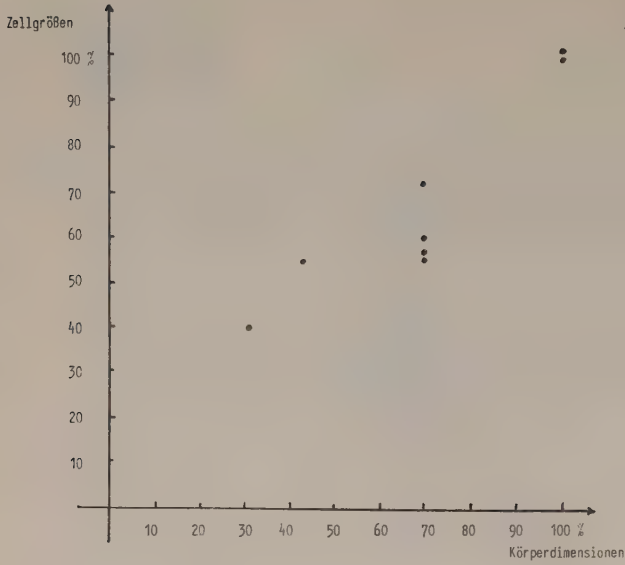
ORDINATE: Zellgrößen in Prozent des jeweils  
größten Wertes

ABSZISSE: Körperdimensionen in Prozent der  
größten Dimension

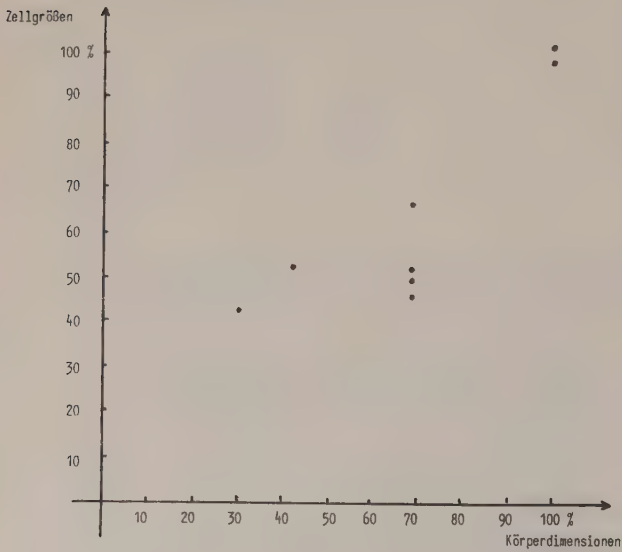


a) Maximale Zellgrößen

# Abb. VII

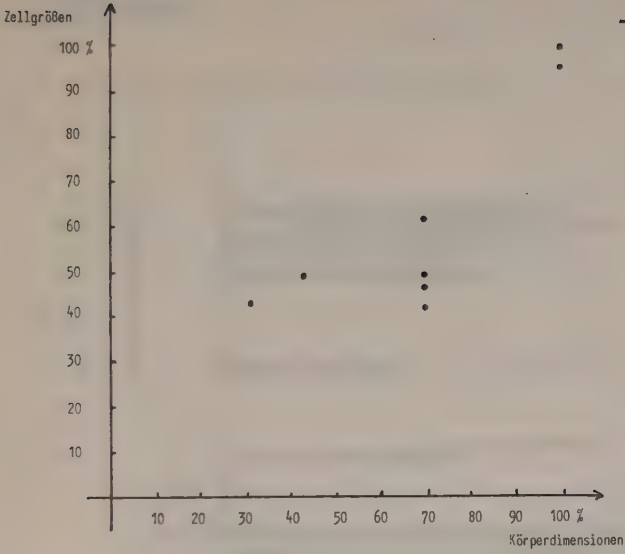


a) 1 % der größten Zellen

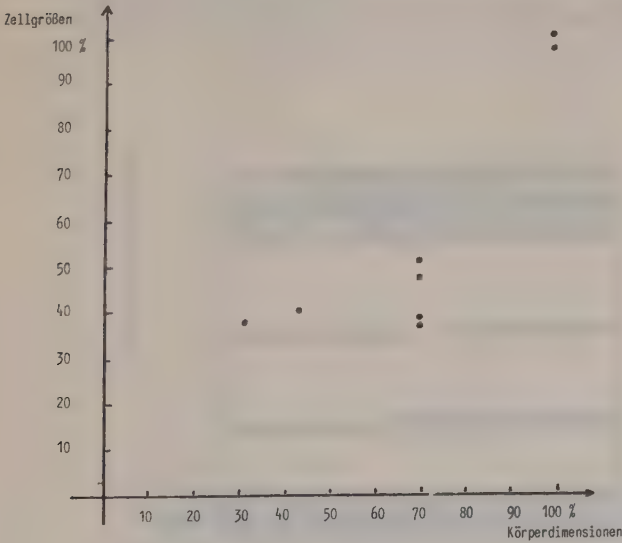


b) 5 % der größten Zellen

# Abb. VIII



a) 10 % der größten Zellen

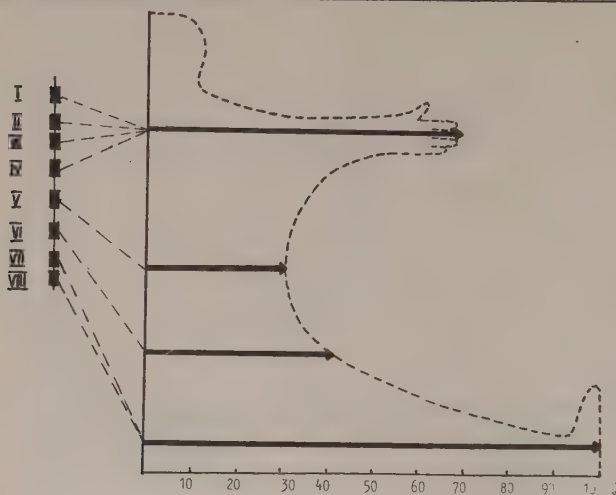


b) Durchschnittsgrößen der Gesamtzellzahlen

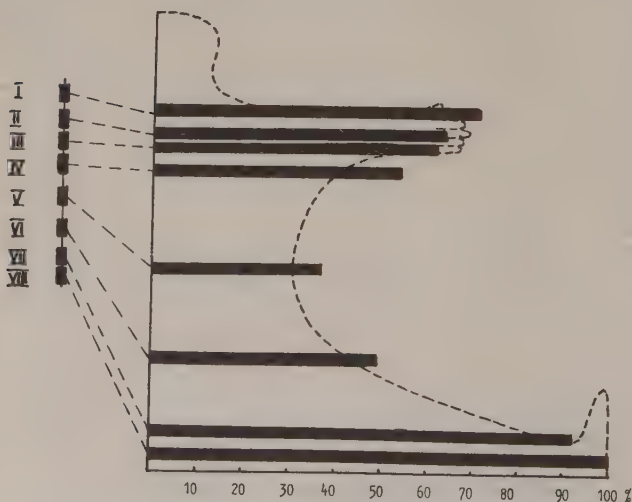
SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER  
INNervationsGEBIETE

Abb. IX

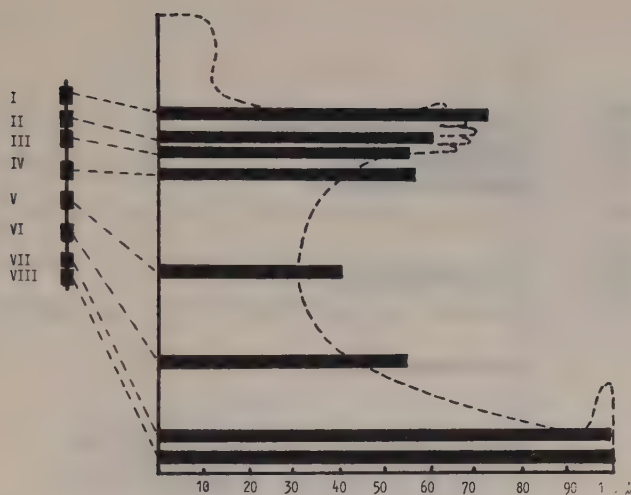
In die Umrisskizzen sind maßstabgerecht eingetragen :



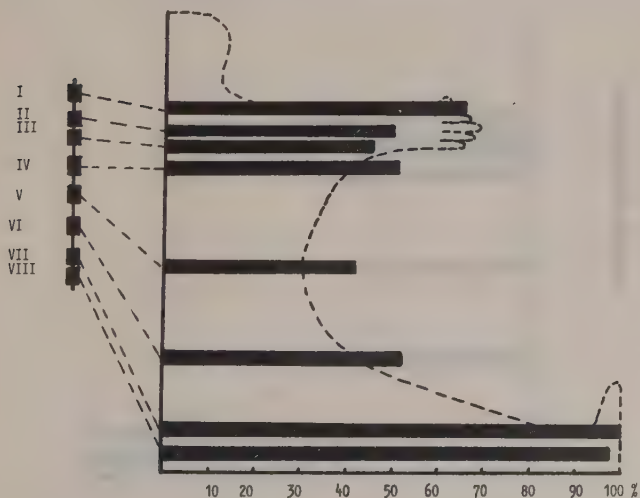
a) Körperdimensionen in % der größten Dimension



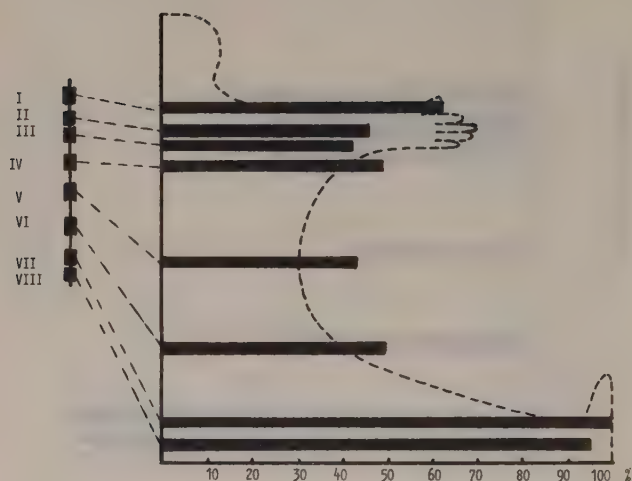
b) Maximale Zellgrößen in % des größten Wertes



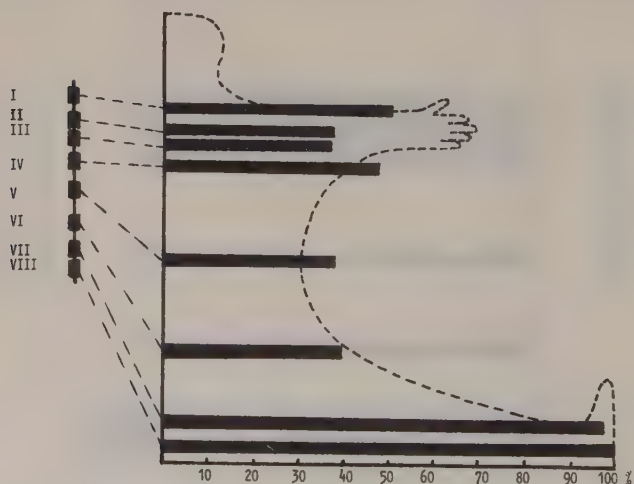
c) Durchschnittsgrößen von 1 % der größten Zellen  
der Abschnitte I - VIII in % des größten Wertes



d) Durchschnittsgrößen von 5 % der größten Zellen



e) Durchschnittsgrößen von 10 % der größten Zellen



f) Durchschnittsgrößen des gesamten Zellbestandes  
in den einzelnen Rücken marksabschnitten

Herrn Prof. Dr. Gerhard Müller danke ich für die freundliche  
Überlassung des Themas, Herrn Prof. Dr. Koller und  
Herrn Dr. Horbach für ihre Beratung in statistischen Fragen  
sowie den Mitarbeitern des Anatomischen Instituts für ihre Un-  
terstützung bei der Durchführung der praktischen Arbeiten.



## LEBENS LAUF

Am 5. Dezember 1941 wurde ich als Sohn des Textilfabrikanten Johann Kubin und seiner Ehefrau Josefine, geb. Kral, in Zlin/Mähren geboren. Meine Familie wurde im Sommer 1946 heimatvertrieben und gelangte nach Wallings, Kreis Hünfeld/Rhön, wo ich im Herbst 1947 eingeschult wurde.

Im Jahre 1949 wurde mein Vater in den Staatsdienst übernommen und wir zogen nach Fulda. Hier besuchte ich ab Ostern 1952 das Städtische Realgymnasium. Als mein Vater 1955 nach Wiesbaden versetzt wurde, zog meine Familie ebenfalls hierher, so daß ich in der Folge die Gutenberg-Schule in Wiesbaden besuchte. Die Reifeprüfung im neusprachlichen Zweig bestand ich im Februar 1961.

Zum Sommersemester 1961 erwarb ich die Zulassung zum Studium der Medizin an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, wo ich im April 1962 die Naturwissenschaftliche und im April 1964 die Ärztliche Vorprüfung ablegte.

Das ärztliche Staatsexamen bestand ich am 21. Juli 1967.





